



ÜNİTE III

ÇÖZÜNÜRLÜK DENGELERİ

3. 1. ÇÖZÜNME OLAYI
3. 2. SIVI-KATI ÇÖZELTİLERİ
3. 3. SIVI-SIVI ÇÖZELTİLERİ
3. 4. SIVI-GAZ ÇÖZELTİLERİ
3. 5. ÇÖZÜNME OLAYINDA DÜZENSİZLİK FAKTÖRÜ
3. 6. SULU ÇÖZELTİLER
 - a) Elektrolit olmayan çözeltiler
 - b) Elektrolit çözeltiler
3. 7. ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER
 - a) Çözücünün türü
 - b) Sıcaklığın etkisi
 - c) Ortak iyon etkisi
 - d) Yabancı maddelerin etkisi
- 3.8. ÇÖKELTİ OLUŞUMU VE ÇÖZÜNÜRLÜK TİPLERİ
- 3.9. SEÇİMLİ ÇÖKTÜRME



BU ÜNİTENİN AMAÇLARI



Bu üniteyi çalıştığınızda;

- Çözünme olayını kavrayacak,
- Sıvı-katı, sıvı-sıvı, sıvı-gaz çözeltileri öğrenecek,
- Minimum enerji, maksimum düzensizlik kavramlarını öğrenecek,
- Elektrolit olan ve olmayan çözeltileri ayırt edecek,
- Çözünürlük ve çözünürlük dengesine etki eden faktörleri öğrenecek,
- Çözelti oluşumunun nasıl meydana geldiği ve çözünürlük tiplerini kavrayacak,
- Çözünürlük çarpımlarından yararlanarak bir çözeltildeki istediğimiz iyonların çöktürülmesini öğrenebileceksiniz.



BU ÜNİTEYİ NASIL ÇALIŞMALIYIZ ?



- TV programını izlemeden konuyu gözden geçiriniz.
- Güncel hayattaki çözünme olaylarını araştırınız.
- Lise kimya 2 kitabından kimyasal bağlar konusunu çalışınız.

ÜNİTE III.

3.1. ÇÖZÜNME OLAYI



Bir maddenin başka bir madde içinde gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklar hâlinde dağılmasına çözünme; elde edilen homojen karışıma çözelti denir.

Çözünme olayı sırasında örneğin yemek tuzu (NaCl) suda Na^+ , Cl^- iyonlarına ayrılır ve bu iyonlar su içinde homojen olarak dağılır. Çay şekeri suda iyon oluşturmadan moleküller hâlinde çözünür.

Maddeler çeşitli fiziksel özelliklerde çözeltiler oluşturabilirler. Bu bölümde çözücüsü sıvı olan çözeltiler anlatılacaktır.

3.2. SIVI-KATI ÇÖZELTİLER

Çay şekerinin veya yemek tuzunun suda çözünmesiyle elde edilen çözeltiler sıvı-katı çözeltilerdir.



Bir katının bir sıvıda çözünmesiyle oluşan çözeltilere sıvı-katı çözeltiler denir.

Katı I_2 'un etil alkolde çözünmesini inceleyelim. Etil alkol içine atılan I_2 kristalleri çözünürken çözeltinin rengi koyulaşmaya başlar. Belli bir süre sonra renkteki koyulaşma değişmez. Bu durum çözeltide bir denge durumunun oluştuğunu gösterir. Denge durumunda I_2 'un çözünme hızı, I_2 'un çökme hızına eşit olur ve çözelti doymuş hâle gelir.



Katıların sıvılarda çözünme hızı, katının toz hâline getirilmesi ve çözeltinin karıştırılması ile artar.

3.3. SIVI-SIVI ÇÖZELTİLERİ

Birbiri içinde her oranda çözünen sıvıların oluşturdukları çözeltilerde bir denge söz konusu olmaz. Birbiri içinde kısmen çözünen sıvılarda ise denge durumundan bahsedilebilir.

Örneğin etil alkol suda tamamen çözünürken, eter suda az çözünür. Buna göre bir sıvının başka bir sıvıda çözünmesi sıvıların türüne göre değişir.

3.4. SIVI-GAZ ÇÖZELTİLERİ

Gazların sıvılar içinde çözünmesi büyük önem taşır. Örneğin balıkların yaşayabilmesi için O_2 gazının denizlerde ve göllerde çözünmesi çok önemlidir.

Bir gazın bir sıvıdaki çözünürlüğü çözünen ve çözücünün türüne bağlıdır.

Örneğin NH_3 ve HCl gazları suda çok çözünürler. N_2 , O_2 ve H_2 gibi gazlar ise suda az çözünürler.

3.5. ÇÖZÜNME OLAYINDA DÜZENSİZLİK FAKTÖRÜ

Katılar, suda veya başka bir çözücüde çözüldüklerinde oluşan tanecikler (iyon ya da molekül) çözücü içinde dağıldığından daha düzensiz hâle gelirler.

Düzensizlikte artma eğilimi katıların çözünmesinin lehinedir.

Maddenin gaz hâli, sıvı hâline göre daha düzensizdir. Bir gaz sıvıda çözüldüğünde düzensizlik azalır.

Düzensizliğe eğilim, gazların çözünmesine engel olur.

Genel olarak büyük taneciklerin, küçük taneciklere parçalanması düzensizliği artırır.

Su içinde alkolün çözünmesi durumunda alkolün düzensizliği artar. Maksimum düzensizlik faktörü daima çözünmenin lehinedir. Minimum enerji faktörü de çözünmenin lehine olursa bu tür sıvılar su ile her oranda karışırlar.

3.6. SULU ÇÖZELTİLER



Katı, sıvı ve gaz hâlindeki maddelerin suda çözünmesiyle oluşan çözeltilere sulu çözeltiler denir.

Maddelerin taneciklerini bir arada tutan kuvvetler farklı olduğuna göre bunların sudaki çözünürlükleri ve çözeltilerinin özellikleri de farklı olacaktır.

Sulu çözeltilerin bazıları elektrik akımını iletirken, bazıları iletmezler.

Örneğin tuzlu su elektrik akımını iletir, şekerli su iletmez.

Buna göre çözeltiler elektrik iletkenliklerine göre ikiye ayrılır.

a) Elektrolit olmayan çözeltiler

Suda çözüldüğünde iyon oluşturmayan maddelerin çözeltileri elektrik akımını iletmez. Bu maddeler elektrolit olmayan maddelerdir.



Elektrik akımını iletmeyen çözeltilere elektrolit olmayan çözeltiler denir.

Pozitif iyonlar (Katyonlar)	Negatif iyonlar (Anyonlar)	Oluşan bileşiğin çözünürlüğü
Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , Fr ⁺ (alkali metal iyonlar)	Tümü	Çok çözünür.
H ⁺	Tümü	Çok çözünür.
NH ₄ ⁺	Tümü	Çok çözünür.
Tümü	NO ₃ ⁻	Çok çözünür.
Tümü	CH ₃ COO ⁻	Çok çözünür.
Ag ⁺ , Pb ⁺² , Hg ⁺² , Cu ⁺¹ Bunların dışındakiler	Cl ⁻ , Br ⁻¹	Az çözünür. Çözünür.
Ba ⁺² , Sr ⁺² , Pb ⁺² Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	SO ₄ ⁻²	Az çözünür. Çözünür.
Be ⁺² , Mg ⁺² , Ca ⁺² , Sr ⁺² , H ⁺ , NH ₄ ⁺ ve alkali metal iyonları. Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	S ⁻²	Çözünür. Az çözünür.
H ⁺ , NH ₄ ⁺ , Sr ⁺² , Ba ⁺² ve alkali metal iyonları. Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	OH ⁻	Çözünür. Az çözünür.
Alkali metal iyonları. H ⁺ ve NH ₄ ⁺ Bunların dışındaki (+) yüklü iyonların tamamı	CO ₃ ⁻² , PO ₄ ⁻³ , SO ₃ ⁻²	Çözünür. Az çözünür.

Tablo 3.1: Bazı bileşiklerin sudaki çözünürlükleri

3.7. ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER



Belli bir sıcaklıkta 100g veya 100 cm³ suda doymuş bir çözelti oluşturmak için çözünebilen madde miktarına çözünebilirlik denir.



Çözünürlüğün birimi g madde/100 g çözücü veya g madde/100cm³ çözücü olarak ifade edilir.

Lise 1. sınıfta iyonik katıları çok çözünür, az çözünür ve çözünmez şeklinde sınıflandırmış ve genellikle çözünürlüğü çok olan maddelerle ilgilenmiştik.

Bu konuda da çözünürlüğü az olan maddelerin doymuş sulu çözeltilerinin dengelerini inceleyeceğiz.



Aynı miktar çözücüde, aynı sıcaklıkta değişik maddeler farklı miktarlarda çözünebilir.

Bir maddenin bir litrelik doymuş çözeltisinde 0,1 molden daha az madde çözünürse, böyle maddelere genellikle az çözünür denir.

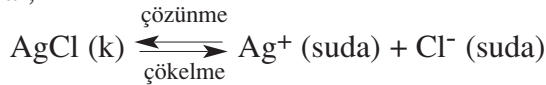
Bazı bileşiklerin sudaki çözünürlükleri tablo 8.1'de görülmektedir.

Az çözünen bir madde belli bir miktar suya ilâve edilirse, bir süre sonra doymuş bir çözelti elde edilir.

Doymuş çözeltide az çözünen katı ile katıyı oluşturan iyonlar denge hâlinindedir.

Örneğin az çözünen bir madde olan AgCl (gümüş klorür) suya ilâve edilirse, katı AgCl; Ag⁺, ve Cl⁻ iyonlarına ayrılır. Kısa süre sonra çözelti doymuş hâle gelir. AgCl'ün Ag⁺ ve Cl⁻ iyonlarına ayrışma hızı (çözünme), Ag⁺ ve Cl⁻ iyonlarının birleşerek katı AgCl oluşturma hızına (çökme) eşit olur.

Bu durumda ;



dengesi kurulur. Denge çözünen katı miktarı ve iyonların derişimi sabittir. Bu kurulan dengeye çözünürlük dengesi denir.

Kurulan denge için denge bağıntısı yazılırsa,

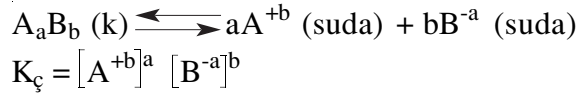
$$K_d = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$
 yazılabilir. Bu denge heterojen olup, AgCl'ün derişimi sabittir ve

denge sabiti K_d ile birleştirilerek, yeni bir denge sabiti elde edilir.

$$K_d [\text{AgCl}] = K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Elde edilen bu yeni denge sabiti $K_{\text{ç}}$ 'ye çözünürlük çarpımı denir.

A_aB_b formülü ile gösterilebilen ve çözünürlüğü az olan iyonik bir katı için çözünürlük denge tepkimesinin denklemi ve çözünürlük denge bağıntısı aşağıdaki gibi yazılabilir.

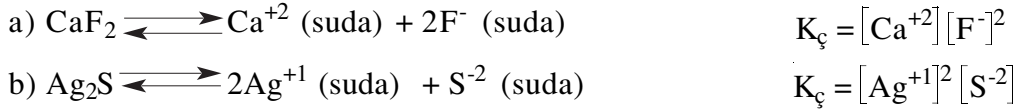


Çözünme denkleminde iyonların kat sayıları varsa derişimlerin üzerine üs olarak yazıldığına dikkat ediniz.

ÖRNEK 3.2: Aşağıdaki maddelerin çözünürlük bağıntılarını yazınız.

- a) CaF_2 b) Ag_2S

ÇÖZÜM:



Katuların çözünürlüğü sıcaklıkla değiştğinden, $K_{\text{ç}}$ 'nin değeri de sıcaklıkla değiştir.



$K_{\text{ç}}$ değeri büyük olan maddeler daha çok iyonlarına ayrılır.

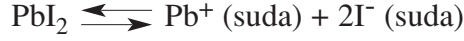
Tablo 3.2’de bazı bileşiklerin oda sıcaklığındaki çözünürlük çarpımı değerleri verilmiştir.

Çözünürlük Dengesi	Kç Sabitleri
$\text{Al(OH)}_{3(k)}$	$2,0 \times 10^{-33}$
$\text{BaCO}_{3(k)}$	$1,6 \times 10^{-9}$
$\text{BaSO}_{4(k)}$	$1,5 \times 10^{-10}$
$\text{CaCO}_{3(k)}$	$8,7 \times 10^{-9}$
$\text{CaF}_{2(k)}$	$4,0 \times 10^{-10}$
$\text{CaSO}_{4(k)}$	$6,1 \times 10^{-5}$
$\text{AgOH}_{(k)}$	$2,0 \times 10^{-8}$
$\text{Fe(OH)}_{3(k)}$	$4,0 \times 10^{-38}$
$\text{PbCl}_{2(k)}$	$1,6 \times 10^{-5}$
$\text{PbCrO}_{4(k)}$	$2,0 \times 10^{-14}$
$\text{PbI}_{2(k)}$	$1,4 \times 10^{-8}$
$\text{MgCO}_{3(k)}$	$2,1 \times 10^{-15}$
$\text{MgF}_{2(k)}$	$6,4 \times 10^{-9}$
$\text{Mg(OH)}_{2(k)}$	$8,9 \times 10^{-12}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(k)$	$1,3 \times 10^{-29}$
$\text{AgBr}_{(k)}$	$5,0 \times 10^{-13}$
$\text{AgCl}_{(k)}$	$1,6 \times 10^{-10}$
$\text{AgI}_{(k)}$	$1,5 \times 10^{-17}$
$\text{SrCrO}_{4(k)}$	$3,6 \times 10^{-5}$
$\text{SrCrO}_{3(k)}$	$7,0 \times 10^{-10}$
$\text{SrCrO}_{4(k)}$	$3,2 \times 10^{-7}$

Tablo 3.2: Bazı maddelerin 25°C’teki çözünürlük çarpımları

ÖRNEK 3.3: PbI_2 'un saf suda belirli bir sıcaklıkta çözünürlüğü 1×10^{-3} mol/L dir. Buna göre PbI_2 'ün çözünürlük çarpımını hesaplayınız.

ÇÖZÜM: PbI_2 'ün çözünme denklemini yazalım:



Çözünürlük denge bağıntısı, $K_{\text{ç}} = [Pb^{+2}] [I^{-}]^2$ olur.

PbI_2 'ün çözünürlüğü 1×10^{-3} mol/L olduğundan denkleme göre bu çözeltide 1×10^{-3} mol/L Pb^{+2} iyonu ve 2×10^{-3} mol/L I^{-} iyonu bulunur.

Bu değerler çözünürlük denge bağıntısında yerine konulursa ,

$$K_{\text{ç}} = (1 \times 10^{-3}) (2 \times 10^{-3})^2$$

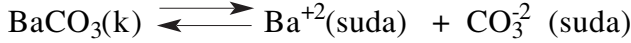
$$K_{\text{ç}} = 4 \times 10^{-9} \text{ bulunur.}$$

ÖRNEK 3.4: $BaCO_3$ 'ün 10 litrelik doymuş çözeltisinde 4×10^{-4} mol iyon vardır. Buna göre $BaCO_3$ 'ün çözünürlük çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM: $BaCO_3$ 'ün molar derişimini bulalım.

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{4 \times 10^{-4}}{10} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$BaCO_3$ 'ün çözünme denklemini yazalım.



$BaCO_3$ 'ün derişimi 4×10^{-5} mol/L olduğuna göre Ba^{+2} iyonlarının derişimi

4×10^{-5} mol/L ve CO_3^{-2} iyonlarının derişimi 4×10^{-5} mol/L olur.

Çözünürlük denge bağıntısında ($K_{\text{ç}} = [Ba^{+2}] [CO_3^{-2}]$) sayısal değerler yerine konulursa

$$K_{\text{ç}} = [4 \times 10^{-5}] [4 \times 10^{-5}]$$

$$K_{\text{ç}} = 1,6 \times 10^{-9} \text{ bulunur.}$$

Çözünürlük dengesine etki eden faktörler

a) Çözücünün türü:

Çözünürlük, çözücü ve çözünen maddenin türüne bağlıdır. Örneğin; su (H_2O) polar bir çözücüdür. İyonik bir madde olan yemek tuzu ($NaCl$) suda çok çözünür, apolar bir çözücü olan karbon tetraklorürde (CCl_4) çözünmez. Apolar olan moleküller apolar olan çözücülerde çok çözünür. Örneğin, apolar iyot (I_2), yine apolar karbon tetraklorür içinde oldukça çok çözünür.

b) Sıcaklığın etkisi

Maddelerin çözünürlükleri sıcaklıkla değişir. Çözünme olayının ekzotermik veya endotermik oluşuna göre sıcaklık çözünürlüğe etki eder. Isı alarak çözünen maddelerin çözünürlüğü sıcaklıkla artar.



Katıların çözünürlüğü genellikle sıcaklıkla artar. Gazların çözünürlüğü ise sıcaklıkla azalır.



Maddelerin çözünürlüklerinin sıcaklıkla değişimini gösteren eğrilere çözünürlük eğrileri denir (Grafik 3.1).

c) Ortak iyon etkisi

Bir katıyı saf su yerine, bu katıya ait iyonu veya iyonları içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğü saf suya göre oldukça azalır. Çözünürlüğün azalmasını bir örnekle açıklayalım. Örneğin sodyum klorür çözeltisi ($\text{NaCl} (k) \rightarrow \text{Na}^{+1} + \text{Cl}^{-1}$) içerisinde $\text{AgCl}(k)$ katısını çözersek $\text{AgCl}(k) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+} + \text{Cl}^{-}$ şeklinde iyonlaşır.

AgCl çözeltisinde NaCl 'den gelen Cl^{-} iyonları Cl^{-} derişimini arttırdığından sistem bunu azaltmak için geri tepkimeyi hızlandırır. Yani Ag^{+} ve Cl^{-} iyonları birleşerek AgCl katısının çökmesine sebep olur. Dolayısıyla AgCl 'ün çözünürlüğü azalmış olur.



Ortak iyonun derişimi ne kadar büyükse çözünürlük o kadar azalır.

d) Yabancı maddelerin etkisi

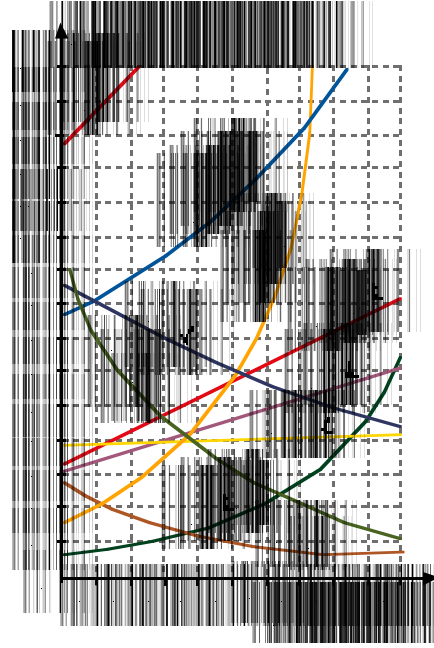
Yabancı maddelerin etkisiyle çözünürlüğün artması canlılar için çok önemlidir.



İçinde çözünmüş madde bulunan bir çözeltiye, az çözünen ve ortak iyon bulundurmayan bir maddeyi ilâve edersek bu maddenin çözünürlüğü maddeler arasında et-kileşim oluyorsa artar.



Oksijen kanda sudakinden çok daha fazla çözünür. Bunun sebebini araştırınız.



Grafik 3.1: Çözünürlük eğrileri

3.8. ÇÖKELTİ OLUŞUMU VE ÇÖZÜNÜRLÜK TIPLERİ



İki veya daha fazla çözelti birbiri ile karıştırıldığında katı bir maddenin oluşması ve sıvı fazdan ayrılmasına çökeltme, kabın dibindeki katı maddeye de çökelti denir.

Çözünürlük çarpımı, $K_{ç}$, iki çözelti karıştırıldığında bir çökeltme olup olmayacağını tahmin etmede kullanılabilir. Böyle çözeltiler karıştırıldığında üç değişik durum meydana gelir.

1. Az çözünen maddeye ait iyonların derişimleri çarpımı K_{iyon} çözünürlük çarpımı $K_{ç}$ 'ye eşit olabilir. Bu durumda sistem dengede olup çözelti doymuştur.
2. Eğer $K_{iyon} > K_{ç}$ ise sistem dengede değildir. Çözelti aşırı doymuştur. K_{iyon} küçülerek $K_{ç}$ 'ye eşit olmalıdır. Bunun için karışımdaki az çözünen maddeye ait iyonların derişimleri azalmalıdır. Bu da ancak bir kısım iyonların birleşerek çökelek oluşturması ile mümkündür. Yani $K_{iyon} > K_{ç}$ ise çökeltme olur.
3. Eğer $K_{iyon} < K_{ç}$ ise sistem dengede değildir. Bu durumda sistemin dengeye ulaşması için K_{iyon} 'un değerinin artması ve $K_{ç}$ 'ye eşit olması gerekir. Bu durumda çözelti doymamıştır. İçinde biraz daha madde çözebiliriz.

ÖRNEK 3.5: 1 L 2×10^{-5} M $AgNO_3$ çözeltisi ile 1 L 4×10^{-6} M $NaBr$ çözeltileri karıştırılıyor. $AgBr$ için $25^\circ C$ 'ta çözünürlük çarpımı $K_{ç} = 5 \times 10^{-13}$ olduğuna göre aynı sıcaklıkta bir çökelek oluşur mu?

ÇÖZÜM: Çökeltme olması için $K_{iyon} > K_{ç}$ olmalıdır. O hâlde önce K_{iyon} değeri bulunmalıdır.

$$\begin{aligned} Ag^+ \text{ için; } M_1V_1 &= M_2V_2 \\ 2 \times 10^{-5} \cdot 1 &= M_2 \cdot 2 \\ M_2 &= 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AgBr(k) &\rightleftharpoons Ag^+ (\text{suda}) + Br^- (\text{suda}) \\ K_{iyon} &= [Ag^+][Br^-] \\ K_{iyon} &= [1 \times 10^{-5}][2 \times 10^{-6}] \\ K_{iyon} &= 2 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Br^- \text{ için } M_1V_1 &= M_2V_2 \\ 4 \times 10^{-6} \cdot 1 &= M_2 \cdot 2 \\ M_2 &= 2 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$2 \times 10^{-11} > 5 \times 10^{-13} \Rightarrow K_{iyon} > K_{ç} \text{ olduğundan } AgBr \text{ çöker.}$$



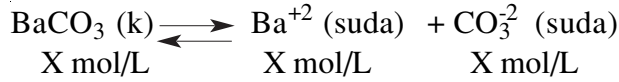
$25^\circ C$ 'ta 200 mL 4×10^{-2} M $AgNO_3$ çözeltisiyle 200 mL 2×10^{-2} M $NaCl$ çözeltisi karıştırılırsa bir çökme olur mu?

($AgCl$ için $25^\circ C$ 'ta $K_{ç} = 1,6 \times 10^{-10}$)

Çözünürlük tipleri**a) AB gibi iki iyonlu tuzlarda çözünürlük**

ÖRNEK 3.6: BaCO₃'ün çözünürlük çarpımı 25°C'ta 1,6 x 10⁻⁹ dur. Aynı sıcaklıkta 10 L doymuş BaCO₃ çözeltisinde kaç gram katı BaCO₃ çözülmüştür. (BaCO₃ : 197)

BaCO₃'ün çözünürlüğü X mol/L kabul edilirse, çözeltide X mol/L Ba⁺² ve X mol/L CO₃²⁻ iyonu meydana gelir.



Çözeltideki iyon derişimleri çözünürlük bağıntısında yerine konulursa ,

$$K_{\text{ç}} = [\text{Ba}^{+2}] [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$1,6 \times 10^{-9} = (\text{X})(\text{X})$$

$$\sqrt{16 \times 10^{-10}} = \sqrt{\text{X}^2}$$

$$4 \times 10^{-5} = \text{X} \quad \text{BaCO}_3\text{'ün çözünürlüğü } \text{X} = 4 \times 10^{-5} \text{ M olarak bulunur.}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$4 \times 10^{-5} = \frac{n}{10}$$

$$n = 4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{m}{197}$$

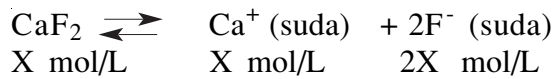
$$m = 788 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m = 7,88 \times 10^{-2} \text{ g}$$

b) A₂B veya AB₂ gibi üç iyonlu tuzlarda çözünürlük

ÖRNEK 3.7: Oda sıcaklığında CaF₂'ün çözünürlük çarpımı K_ç = 3,2 x 10⁻¹¹ dir. Aynı sıcaklıkta CaF₂'ün çözünürlüğü kaç mol/ L dir?

CaF₂'ün çözünürlüğü X mol / L alınırsa



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}] [\text{F}^{-}]^2$$

$$K_{\text{ç}} = (\text{X})(2\text{X})^2$$

$$32 \times 10^{-12} = 4\text{X}^3 \Rightarrow 8 \times 10^{-12} = \text{X}^3$$

$$\Rightarrow \sqrt[3]{8 \times 10^{-12}} = \sqrt[3]{\text{X}^3}$$

$$\Rightarrow \text{CaF}_2\text{'ün çözünürlüğü } 2 \times 10^{-4} = \text{X} \text{ olarak bulunur.}$$



AB_3 bileşiğinin oda sıcaklığında çözünürlük çarpımı $4,32 \times 10^{-18}$ olduğuna göre AB_3 bileşiğinin çözünürlüğü kaç mol / L dir?

Ortak iyon bulunduran çözücülerde çözünürlük

Bir katıyı, ortak iyon içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğünü hesaplarken ortak iyonun etkisinin dikkate alınması gerekir. Ortak iyonun derişimi ne kadar büyükse çözünürlük o kadar azalır.

Örneğin; 1 M NaCl çözeltisinde AgCl'ün çözünürlüğünü hesaplayalım. (25°C'ta AgCl için $K_{\text{ç}} = 1,6 \times 10^{-10}$)

NaCl çok çözünen bir madde olduğundan,

$\text{NaCl (k)} \rightarrow \text{Na}^{+1} (\text{suda}) + \text{Cl}^{-} (\text{suda})$ şeklinde iyonlarına ayrılır.

1M 1M 1M

AgCl'ün NaCl çözeltisindeki çözünürlüğünü X mol/L olarak alırsak Ag^{+} ve Cl^{-} iyonlarının derişimleri X mol/L olur.

$\text{AgCl(k)} \rightleftharpoons \text{Ag}^{+} (\text{suda}) + \text{Cl}^{-} (\text{suda})$

X mol/L X mol/L X mol/L

NaCl çözeltisinde, AgCl'ü çözmeden önce 1 mol/L Cl^{-} iyonu bulunmaktadır. Son durumda her ikisinin ortama vereceği toplam Cl^{-} iyonu derişimi $(1+X)$ mol/L olur. Ag^{+1} iyonları sadece AgCl'ün çözünmesinden oluşacağından $[\text{Ag}^{+1}] = X$ mol/L olur.

AgCl'ün çözünmesinden gelen Cl^{-} iyonu derişimi çok küçük olduğundan, toplama işleminde büyük sayı yanında küçük sayı olan X ihmal edilir. Bu değerler çözünürlük bağıntısında yerine konulursa,

$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^{+1}] [\text{Cl}^{-1}] \Rightarrow 1,6 \times 10^{-10} = (X) (1+X) \text{ ihmal}$$

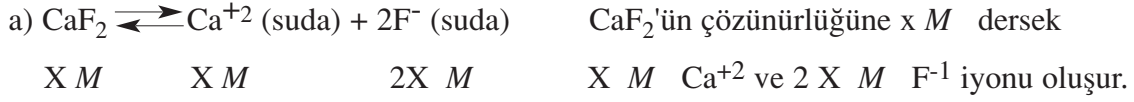
$X = 1,6 \times 10^{-10}$ bulunur.

X, 1 M NaCl çözeltisindeki AgCl'ün çözünürlüğüdür.

ÖRNEK 3.8: CaF_2 'ün belli sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_{\text{ç}} = 4 \times 10^{-12}$ dir Buna göre;

a) Saf sudaki

b) 0,1 M NaF çözeltisindeki çözünürlüğünü hesaplayınız.



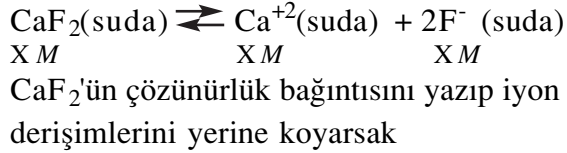
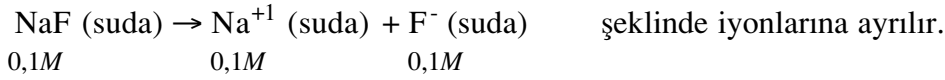
$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}][\text{F}^-]^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X) \cdot (2X)^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-12} = 4X^3$$

$$\Rightarrow \sqrt[3]{1 \times 10^{-12}} = \sqrt[3]{X^3}$$

$\Rightarrow \text{CaF}_2$ 'ün sudaki çözünürlüğü $1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ olarak bulunur.

b) NaF suda çok çözünen bir maddedir.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}][\text{F}^-]^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X) (0,1 + 2X)^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X) (0,1)^2$$

$$X = \frac{4 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \text{CaF}_2 \text{'ün çözünürlüğü}$$

$$X = 4 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \text{ olarak bulunur.}$$

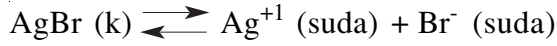
CaF_2 'ün, NaF çözeltisindeki çözünürlüğünü $X M$ alırsak $X M$ Ca^{+2} ve $2X M$ F^- iyonları meydana gelir. NaF çözeltisinde $0,1 M$ F^- iyonlarının derişimi yanında az çözünen CaF_2 'den gelen F^{-1} iyonlarının derişimi ihmal edilir.

CaF_2 'ün $0,1 M$ NaF çözeltisindeki çözünürlüğü $4 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ 'dir. Saf sudaki çözünürlük ($1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$), NaF çözeltisindeki çözünürlükten (4×10^{-10}) dan büyüktür.

3.9. SEÇİMLİ ÇÖKTÜRME

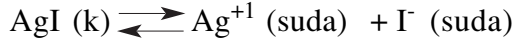
Bir çözeltide bulunan iyonlardan birini veya bir kaçını diğerlerini çözeltide bırakarak çöktürme işlemine seçimli çöktürme denir.

Örneğin Br^- ve I^- iyonlarının herbirinin derişimi 1×10^{-2} M olan çözeltiye yavaş yavaş katı AgNO_3 ilâve ediliyor. Bu iyonların çökme sırasını bulmaya çalışalım. (Belli bir sıcaklıkta AgBr için $K_{\text{ç}} = 5 \times 10^{-13}$, AgI için $K_{\text{ç}} = 1,5 \times 10^{-16}$)



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^{+1}][\text{Br}^{-}]$$

$$5 \cdot 10^{-13} = [\text{Ag}^{+1}][1 \times 10^{-2}] \Rightarrow [\text{Ag}^{+1}] = 5 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^{+1}][\text{I}^{-}]$$

$$1,5 \times 10^{-16} = [\text{Ag}^{+1}][1 \times 10^{-2}] \Rightarrow [\text{Ag}^{+1}] = 1,5 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

AgI 'un çökmesi için gerekli olan $[\text{Ag}^{+}]$, AgBr 'ün çökmesi için gerekli olan $[\text{Ag}^{+}]$ den

daha az olduğu için önce AgI sonra AgBr çökelmeye başlar. Böylece AgI , AgBr 'den ayrılmış olur.

ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

1. Aşağıdaki maddeler için çözünürlük denge bağıntılarını yazınız.

- A) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (k) B) BaSO_4 (k) C) CaF_2 (k) D) $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ (k)

2. Belirli sıcaklıkta doymuş XY çözeltisindeki

$$[\text{X}^{+1}] = 2 \times 10^{-5} \text{ M dir. Buna göre XY'nin } K_{\text{ç}} \text{ değeri kaçtır?}$$

3. Belli bir sıcaklıkta 400 cm^3 $2 \times 10^{-3} \text{ M}$ AgNO_3 ile 600 cm^3 $2 \times 10^{-3} \text{ M}$ NaCl çözeltileri karıştırıldığında

AgCl çöker mi? (AgCl için $K_{\text{ç}} = 1,6 \times 10^{-10}$)

4. Bir tuz için $K_{\text{ç}} = [\text{X}^{+2}][\text{Y}^{-1}]^2$ eşitliği bilindiğine göre tuzun suda iyonlaşma denklemini yazınız.

5. Belli bir sıcaklıkta CaSO_4 için çözünürlük çarpımı $K_{\text{ç}} = 3,6 \times 10^{-5}$ tir.

a) Aynı sıcaklıkta CaSO_4 'ın sudaki çözünürlüğünü bulunuz.

b) 10 L suda kaç gram CaSO_4 çözünürse doymuş çözelti elde edilir? (CaSO_4 : 136)

6. 25°C 'ta 10 litre su içine 0,394 gram BaCO_3 (k) konularak karıştırılıyor. Kaç mol BaCO_3 çözünmeden kalır? (25°C 'ta BaCO_3 için $K_{\text{ç}} = 1,6 \times 10^{-9}$, BaCO_3 : 197)



ÖZET

- Bir maddenin başka bir madde içinde gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklar hâlinde dağılmasına çözünürlük, elde edilen karışıma da çözelti denir.
- Çay şekerinin veya yemek tuzunun suda çözünmesiyle elde edilen çözeltiler katı-sıvı çözeltilerdir.
- Katıların sıvılarda çözünme hızı, katının toz hâline getirilmesi ve çözeltinin karıştırılması ile artar.
- Bir sıvının başka bir sıvıda çözünmesi sıvıların türüne göre değişir.
- Düzensizlikte artma eğilimi katıların çözünmesinin lehinedir.
- Maddenin gaz hâli sıvı hâline göre daha düzensizdir. Bir gaz sıvıda çözüldüğünde düzensizlik azalır. Düzensizliğe eğilim gazların çözünmesine engel olur.
- Genel olarak büyük moleküllerin (taneciklerin), küçük moleküllere (ya da iyonlara) parçalanması düzensizliği artırır.
- Çözeltiler elektrik akımını iletmelerine göre ikiye ayrılırlar.
 - a) elektrolit çözeltiler
 - b) elektrolit olmayan çözeltiler.
- Genel olarak asit, baz ve tuzların sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. İletkenlik çözeltilerdeki iyon sayısı ile artar.
- Çözünürlük çarpımı $K_{ç}$, her çözeltinin kendine özgü olan bir sabit sayıdır. Yalnız sıcaklıkla değişir.
- Katıların çözünürlüğü genellikle sıcaklıkla artar. Gazların çözünürlüğü ise sıcaklıkla azalır.
- İki veya daha fazla çözelti birbiri ile karıştırıldığında katı bir maddenin oluşması ve sıvı fazdan ayrılmasına çökme, kabın dibindeki katı maddeye de çökelti denir.
- Bir katıyı, ortak iyon içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğü azalır. Bu duruma ortak iyon etkisi denir.
- Bir çözeltide bulunan iyonlardan birini veya bir kaçını diğerlerini çözeltide bırakarak çöktürme işlemine seçimli çöktürme denir.



DEĞERLENDİRME SORULARI

- Sabit sıcaklıkta doymuş CaSO_4 çözeltisine bir miktar katı CaSO_4 ekleniyor. Bu durum için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - Çözeltinin derişimi artar.
 - $K_{\text{ç}}$ değeri büyür
 - Çözeltinin öz kütlesi artar.
 - Denge bozulmaz.
- XY_3 tuzunun çözünürlüğü 1×10^{-3} mol/L dir. Buna göre $K_{\text{ç}}$ değeri aşağıdakilerden hangisine eşittir?
 - 1×10^{-12}
 - 9×10^{-14}
 - 27×10^{-12}
 - 3×10^{-12}
- Belli bir sıcaklıkta 10 L'lik doymuş BaSO_4 çözeltisini buharlaştırırsak kaç gram BaSO_4 kalır? ($K_{\text{ç}} = 1 \times 10^{-10}$, $\text{BaSO}_4 : 233$)
 - $2,33 \times 10^{-2}$ g
 - $2,33 \times 10^{-4}$ g
 - $4,66 \times 10^{-2}$ g
 - $4,66 \times 10^{-4}$ g
- X_2Y_3 bileşğinin çözünürlük çarpımı bağıntısı aşağıdakilerden hangisidir?
 - $K_{\text{ç}} = [\text{X}^{+3}] [\text{Y}^{-3}]$
 - $K_{\text{ç}} = [2\text{X}^{+3}] [3\text{Y}^{-2}]$
 - $K_{\text{ç}} = [\text{X}^{+3}]^2 [\text{Y}^{-2}]^3$
 - $K_{\text{ç}} = [\text{X}^{+2}]^3 [\text{Y}^{-3}]^2$
- Belli bir sıcaklıkta 1 L doymuş çözeltisini hazırlamak için kaç mol PbBr_2 gerekir? ($K_{\text{ç}} = 4 \times 10^{-6}$)
 - 1×10^{-2}
 - 1×10^{-3}
 - 1×10^{-4}
 - 1×10^{-6}
- AgCl 'ün 0,1 M NaCl çözeltisindeki çözünürlüğü aşağıdakilerden hangisidir? (AgCl için belli bir sıcaklıkta $K_{\text{ç}} = 1,7 \times 10^{-10}$)
 - $8,5 \times 10^{-9}$
 - $1,7 \times 10^{-9}$
 - $3,4 \times 10^{-9}$
 - $1,3 \times 10^{-10}$

7. Aynı sıcaklıkta çözünürlük çarpımları verilen aşağıdaki bileşiklerden hangisinin çözünürlüğü mol/L olarak en büyüktür?

Kç

A) CaF ₂	4 x 10 ⁻¹¹
B) AgBr	7 x 10 ⁻¹³
C) SrCO ₃	1,6 x 10 ⁻⁹
D) PbI ₂	1,3 x 10 ⁻⁸

8. Belli bir sıcaklıkta eşit hacimde 4 x 10⁻³ M KF çözeltisi ile MgCl₂ çözeltisi karıştırılıyor. Çökelmenin başlaması için MgCl₂ derişiminin hangi değerin üstünde olmalıdır?

(MgF₂ için Kç= 6 x 10⁻⁹)

A) 1 x 10 ⁻³	B) 2 x 10 ⁻³	C) 3 x 10 ⁻³	D) 4 x 10 ⁻³
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

9. Maksimum düzensizlik eğilimi aşağıdakilerden hangisinde tepkimenin ürünler tarafındadır?

A) Br ₂ (s) \rightleftharpoons Br ₂ (k)	B) Ag ⁺ (suda) + Cl ⁻ (suda) \rightleftharpoons AgCl (k)
C) O ₂ (g) \rightleftharpoons O ₂ (suda)	D) NaCl (k) \rightleftharpoons Na ⁺ (suda) + Cl ⁻ (suda)

10. Belli bir sıcaklıkta 1 L doymuş CaCO₃ çözeltisi 7x10⁻⁵ mol CO₃⁻² içerdiğine göre CaCO₃ çözeltisinin Kç'si nedir?

A) 4,9 x 10 ⁻⁹	B) 7 x 10 ⁻⁹
C) 3,5 x 10 ⁻⁹	D) 1,4 x 10 ⁻⁹